

Perancangan System Pompa Air Tenaga Surya Terhadap Produktivitas Pertanian Padi (Sawah)

Akmal Muhammad AtthorIQ*¹, Jojo Sumarjo², Ratna Dewi Anjani³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang

*Email: atthorIQakmal@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 19 Maret 2022

Direvisi: 25 Maret 2022

Dipublikasikan: April 2022

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.6420819

Abstract:

The purpose of this research is to design the system and to find out how efficient this solar water pump system is for the productivity of rice/rice fields. The research method begins with analyzing the system design of the solar water pump so that it can be adapted and applied to the solar water pump system. Then the test is carried out by taking data from the incoming power and outgoing power so that the efficiency of this solar water pump can be calculated. And don't forget to analyze from an economic point of view the advantages of using a solar water pump. The results of the research on the design of a solar water pump on the productivity of rice/paddy farming are for rice fields with a size of 1 hectare, the available NPSHa value (9.424072 m) > NPSHr required (0.0309654 m) is chosen so that a water pump with specifications of 40 x 32 B4 – 50 ,4. And for the test results of the solar water pump, the lowest input power is at 6.00 at 10.3 Watt with a light intensity of 15800 Lux, and the highest input power is at 11.00 at 64.5 Watt with a light intensity of 97000 Lux. As for the output power, the average mechanical output power of the pump is 3.49 Watt and the electric power of the pump is 153.8 Watt. And the average efficiency value for mechanical output power is 13.04%. This means that the solar water pump that the researchers tested can work well but requires a larger input power to be even more efficient, this solar water pump is also more cost-effective because it uses free energy sources for its application.

Keywords: pump, solar power, rice field, efficiency

PENDAHULUAN

Perkembangan era modern pada saat ini mempunyai dampak banyaknya

eksploitasi sumber energi fosil. Banyak diketahui cadangan energi fosil semakin lama semakin menipis sehingga

menyebabkan terjadinya kelangkaan energi, terutama kebutuhan energi listrik yang setiap tahun semakin meningkat. Sekarang sumber energi terbarukan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Sumber energi terbarukan yang bersumber dari potensi alam seperti panas bumi, tenaga matahari, angin, air dan lautan (Saputra, Rendy, 2016).

Sebagai salah satu negara agraris dengan daerah pertanian yang cukup luas, saat ini Indonesia mengalami anomali akan ketahanan pangan. Hal ini diindikasikan oleh peningkatan impor beras Indonesia yang semula pada tahun 2013 sebesar 472.664,70 ton atau senilai 246.002,10 US\$ menjadi sebesar 844.163,7 atau senilai 388.178,5 US\$ ditahun 2014 (Suryamin, 2012). Kenaikan impor beras yang cukup signifikan ini merupakan indikator bahwa produksi domestik beras di Indonesia mengalami penurunan. Penurunan produksi domestik beras ini diakibatkan oleh banyak faktor berantai salah satunya adalah masa tanam padi yang hanya bisa dilakukan 2-3 kali dalam setahun, dikarenakan adanya musim kemarau panjang yang mengakibatkan gagal panen. Kegagalan panen inilah salah satu penyebab turunnya hasil pertanian. Sehingga dibutuhkan suatu solusi teknologi tepat guna pada system irigasi/pengairan lahan pertanian yang sulit saat musim kemarau. Penggunaan Diesel/pompa air berbahan bakar BBM sangatlah mahal, boros, dan tidak efektif, sehingga dibutuhkan alternatif solusi berupa pompa air berbahan bakar energi terbarukan yang nantinya dapat meningkatkan produktivitas hasil pertanian petani (Hermanu, dkk. 2017). Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang digunakan untuk sumber energi penggerak pada pompa. Radiasi matahari di negara Indonesia nilainya relatif tinggi yaitu rata2 sebesar 4,5 kWh/m²/ hari. Sehingga implementasi Pompa air tenaga surya memiliki potensi yang sangat menjanjikan (Hermanu, dkk. 2017).

METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah melakukan perancangan sistem serta mengetahui seberapa efisien sistem pompa air tenaga surya ini terhadap produktivitas pertanian padi/sawah. Metode penelitian diawali dengan melakukan analisa perancangan sistem terhadap pompa air tenaga surya agar dapat disesuaikan dan diaplikasikan dalam sistem pompa air tenaga surya. Lalu dilakukan pengujian dengan mengambil data dari daya yang masuk dan daya yang keluar sehingga bisa dihitung efesiensi dari pompa air tenaga surya ini. Serta tidak lupa untuk menganalisa dari segi ekonomi keuntungan dari penggunaan pompa air tenaga surya.

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tegangan, arus, debit, intensitas cahaya menggunakan *volt meter*, *ampere meter*, dan *lux meter*. Pengambilan data dilakukan 2 hari penelitian. Lalu data dimasukan ke tabel penelitian guna di cari daya yang dihasilkan oleh sistem pompa air tenaga surya tersebut. Daya yang didapat akan digunakan untuk menghitung efisiensi dari pompa air yang digunakan. Setelah didapat daya dan efisiensi, dilakukan analisa hasil penelitian lalu diberikan hipotesa oleh penulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Sistem Pompa Air Tenaga Surya

Mencari Daya Input dan Daya Output

Untuk Mencari daya yang dihasilkan oleh sistem pompa air tenaga surya diperlukan untuk mencari parameter-parameter seperti tegangan, arus, debit air yang dihasilkan pompa, serta intensitas cahaya [8]. Maka untuk mendapatkan daya dapat menggunakan persamaan berikut :

Daya Input Panel Surya

$$P_{in} = V \times I \quad (2.15)$$

Dimana

P_{in} = Daya Panel Surya (W)

V = Tegangan Panel Surya (V)

I = Arus Panel Surya (I)

Daya Output Mekanik Pompa Air

$$P_{out} = P_{kinetik} + P_{potensial}$$

$$P_{out} = \frac{1}{2} Q \cdot \rho \cdot V^2 + Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

(2.16)

$$P_{out} = \frac{1}{2} \cdot (0,000508) \cdot (995,7) \cdot (1,035)^2 + (0,000508) \cdot (995,7) \cdot (9,81) \cdot (0,65)$$

$$P_{out} = 0,27 + 3,22$$

$$P_{out} = 3,49 \text{ Watt}$$

Dimana

P_{out} = Daya Mekanik Pompa Air (W)

Q = Debit air (m^3/s)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

h = Ketinggian (m)

Daya Listrik Pompa Air

$$\text{Faktor Daya Listrik} = \frac{\text{Daya Aktif}}{\text{Daya Semu}}$$

Diketahui daya pompa air pada spesifikasi sebesar 125 Watt dan daya maksimalnya sebesar 400 Watt, sedangkan daya sesungguhnya sebesar 153,9 Watt $\approx$ 154 Watt.

$$\text{Faktor Daya Listrik} = \frac{125 \text{ W}}{154 \text{ W}}$$

$$\text{Faktor Daya Listrik} = 0,81$$

Hal ini berarti Pompa air memiliki efisiensi atau factor daya sebesar 81%

Menghitung Efisiensi Pompa

Dari data daya input pompa dan daya output pompa maka bisa mengetahui efisiensi pompa pada tiap harinya menggunakan rumus [18]:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

(2.17)

Dimana

P_{in} = Daya input (W)

P_{out} = Daya output (W)

Efisiensi pompa air tenaga surya pada pukul 8 pagi, diketahui daya yang masuk sebesar 41,4 Watt, dan daya yang keluar sebesar 3,36 Watt, maka:

$$\eta = \frac{3,36 \text{ W}}{41,4 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta = 8,11\%$$

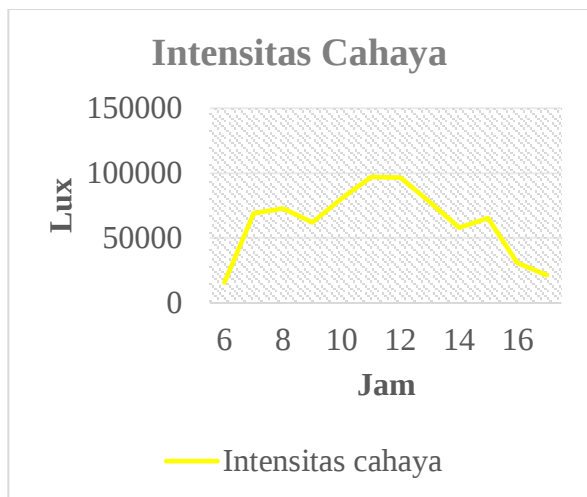
Hasil Pengamatan dan Pembahasan di Lapangan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, berikut adalah hasil pengamatan dan data – data yang diambil ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Pengambilan Data Intensitas Cahaya, Tegangan, Arus, Daya Masuk, Daya Keluar, Daya Listrik dan Efisiensi Pompa Tanggal 15 Agustus 2021.

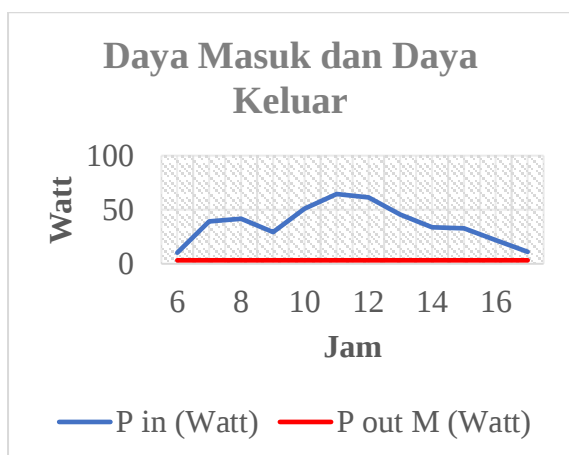
Jam	Intensitas cahaya (Lux)	Tegangan PV (Volt)	Arus PV (Ampere)	P in (Watt)	P out (Watt)	P Listrik (Watt)	η (%)
06.00	15800	12.6	0.8	10.3	3.49	153.58	33.88
07.00	69200	13.5	2.9	39.1	3.49	153.87	8.92
08.00	72800	13.8	3.0	41.4	3.49	153.37	8.42
09.00	62100	13.4	2.2	29.4	3.49	154.19	11.87
10.00	80600	14.2	3.6	51.1	3.49	154.01	6.82
11.00	97000	15.6	4.3	64.5	3.49	153.29	5.41
12.00	96400	15.3	4.0	61.2	3.49	153.77	5.7
13.00	77800	13.8	3.3	45.5	3.49	154.09	7.67
14.00	58100	13.5	2.5	33.7	3.49	153.9	10.35
15.00	65400	13.1	2.5	32.7	3.49	153.5	10.67
16.00	30800	12.9	1.7	21.9	3.49	154	15.93
17.00	21500	12.6	0.9	11.3	3.49	153.87	30.88

Dari tabel 1 yang telah diperoleh diatas, didapat nilai intensitas cahaya, tegangan, arus, daya yang masuk dari panel surya, daya keluar mekanik pompa, daya listrik pompa, dan efisiensi pompa pada tanggal 15 Agustus 2021 dari nilai tersebut maka dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada grafik-grafik dibawah ini.



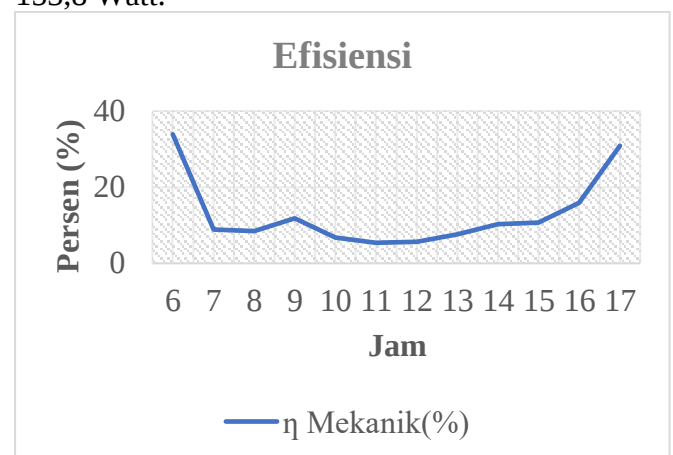
Gambar 1. Grafik Intensitas Cahaya

Pada grafik diatas hasil dari intensitas cahaya pada tanggal 15 Agustus 2021 dapat dianalisa pada kondisi terendah yaitu pada pukul 6 pagi didapat intensitas cahaya sebesar 15800 Lux dan pada kondisi tertinggi yaitu pada pukul 11 siang memperoleh intensitas cahaya sebesar 97000 Lux. Mulai dari pukul 6 pagi sampai 11 siang intensitas cahaya mengalami peningkatan karena cuaca yang semakin cerah dan panas, tetapi pada pukul 9 pagi sempat mengalami penurunan intensitas cahaya (pada jam 8 yaitu 72800 Lux dan pada jam 9 yaitu menjadi 62100) dikarenakan kondisi cuaca yang tiba-tiba mendung dan berawan sehingga menutupi cahaya matahari. Kemudian dari pukul 12 siang sampai 6 sore intensitas cahaya mulai mengalami penurunan karena cuaca semakin dingin dan matahari mulai terbenam.



Gambar 2. Grafik Daya Masuk dan Daya Keluar

Pada grafik diatas hasil dari daya yang masuk dari panel surya (P in) dan daya keluar mekanik (P out M) dan listrik (P out L) pompa air pada tanggal 15 Agustus 2021, daya mekanik pompa air adalah daya/usaha dari pompa air untuk memindahkan/mengangkat air dari sungai menuju sawah, dapat dianalisa daya yang masuk panel surya pada kondisi terendah yaitu pada pukul 6 pagi yaitu sebesar 10,3 Watt dan kondisi tertinggi ada pada pukul 11 siang yaitu sebesar 64,5 Watt, kemudian daya terus menurun dari 61,2 Watt sampai 11,3 Watt, yaitu dari pukul 12 siang sampai pukul 5 sore. Sedangkan untuk daya yang keluar dari pompa air yaitu daya mekanik dan daya listrik pompa air tidak mengalami kenaikan dan penurunan yang sangat signifikan dan berada pada angka yang relatif atau rata-rata sama, sehingga diambil angka sama yaitu daya mekanik sebesar 3,49 Watt, dan rata-rata daya listrik sebesar 153,8 Watt.



Gambar 3. Grafik Efisiensi Pompa (Daya Mekanik)

Pada grafik diatas hasil dari efisiensi pompa air tenaga surya pada tanggal 15 Agustus 2021 dapat dianalisa efisiensi untuk daya mekanik pada kondisi tertinggi terdapat pada pukul 6 pagi yaitu sebesar 33,88% dan kondisi terendah terdapat pada pukul 11 siang yaitu sebesar 5,41%. Pompa air listrik tenaga surya ini dikatakan efisien apabila dari hasil perhitungan berada

dibawah 100%, karena jika nilai efisiensi berada diatas 100% berartikan daya yang keluar atau daya yang digunakan oleh pompa air lebih besar dari daya yang masuk dari panel surya.

Sudut Pandang Ekonomi

Kita juga harus melihat dari sudut pandang ekonomi pompa air tenaga surya ini, dengan membandingkan dengan penggunaan pompa diesel dan pompa dengan listrik rumah.

Sebagai contoh, pada gambar 4.19 berikut adalah pompa air sawah berbahan bakar diesel merek SFE 200 buatan Indonesia yang memiliki kapasitas 3 liter bensin dengan pemakaian bahan bakar 1,5 liter/jam nya, yang berartikan jika diaplikasikan selama 12 jam, menghabiskan 18 liter bensin.



Gambar 4. Pompa Air Sawah/Irigasi
(Sumber: Tokopedia)

Maka pengeluaran atau biaya yang dikeluarkan jika menggunakan,

- Tenaga Surya = Gratis
- BBM = Pertalite Rp.7650 x 18 liter = Rp.137700/hari (12 jam)
- = Solar Rp.5150 x 18 liter = Rp.92700/hari (12 jam)
- Listrik PLN = Rp.1352 per kWh (Untuk listrik rumah 900VA) = 0,4 kW x 12 jam = 4,8 kWh = 4,8 x 1352 = Rp.6489,6/hari

Dalam sebulan setidaknya dilakukan pemompaan/pengairan air

sawah sebanyak 2-3 kali per bulan tergantung curah hujan, transpirasi tanaman, penguapan sawah, dan perkolasi, dan dilakukan selama 3 bulan masa penanaman – panen tanaman padi.

Jadi kalau dijumlahkan,

- BBM = Pertalite = Rp.137700/hari (12 jam) x 6 = Rp.826200,-
- = Solar = Rp.92700/hari (12 jam) x 6 = Rp.556200,-
- Listrik PLN = Rp.1352 per kWh = Rp.6489,6/hari (12 jam) x 6 = Rp.38937,6,-

(Perlu diingatkan kembali, ini untuk sawah ukuran 1 hektar, bagaimana jika berhektar-hektar sawah?)

Melihat hasil perhitungan biaya yang perlu dikeluarkan oleh petani jika menggunakan pompa air bertenaga BBM dan menggunakan listrik PLN, pompa air dengan energi baru terbarukan atau tenaga matahari ini dapat sangat menghemat pengeluaran biaya.

Anggaran Biaya

Anggaran biaya yang dikeluarkan saat melakukan penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 2 berikut :

Tabel 2 Rincian Anggaran Biaya

Barang	Jumlah	Biaya
Panel Surya 100 WP	1	Rp.700.000,-
Pompa Air Inventer DC 12 V ke AC 220 v	1	Rp.500.000,-
Baterai 20 ah Charge Controller	1	Rp.200.000,-
Perlengkapan Pendukung	1	Rp.500.000,-
Total Biaya		Rp.2.300.000,-

Berdasarkan tabel diatas, biaya yang diperlukan untuk membuat sebuah sistem pompa air tenaga surya cukup mahal, tetapi hal ini sebanding dengan

pengeluaran biaya lainnya yaitu tidak perlunya mengeluarkan biaya untuk bahan bakar karena energi nya sudah disediakan gratis dari alam yaitu matahari. Penggunaan alat ini juga dipercaya mampu meningkatkan produktivitas pertanian padi/sawah, karena biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar pompa bisa digunakan untuk membeli bibit padi dengan kualitas yang lebih tinggi, yang berartikan kualitas padi dan beras meningkat, harga penjualan pun meningkat. Biaya pengeluaran ini juga bisa ditabung untuk membeli atau memperluas lahan pertanian baru, yang berartikan quantitas hasil panen padi dan beras pun meningkat, sehingga produktivitas otomatis meningkat. Terakhir alat ini juga tidak menghasilkan gas buang yang dapat mencemari udara disekitar lahan pertanian sehingga mempengaruhi produktivitas nya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Untuk memenuhi kebutuhan air di persawahan yang berukuran 1 hektar di perumahan Villa Mutiara Cikarang, desa Ciantra, kecamatan Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi ini, debit air atau kebutuhan air yang dibutuhkan adalah sebesar $1,8333 \text{ m}^3/\text{jam}$. Pada sistem pemipaan didapat Total Head Loss sebesar $0,327585 \text{ m}$, Head Total hasil perhitungan sebesar $1,03218 \text{ m}$, dan NPSHa yang tersedia ($9,424072 \text{ m}$) > NPSHr yang dibutuhkan ($0,0309654 \text{ m}$) yang berartikan pompa dapat bekerja dengan normal dan tidak mengalami kavitasi. Berdasarkan hasil perhitungan, spesifikasi pompa yang sesuai untuk sistem pemipaan pada persawahan tersebut adalah $40 \times 32 \text{ B}_4 - 50,4$. Pompa yang dipilih adalah pompa "HONORA type GP 129" dengan kapasitas 35 liter/menit, power 1Ph/220 V/50 Hz/2800 rpm dengan head sebesar 27 m. Untuk menunjang kebutuhan listrik pompa, maka komponen-komponen sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dibutuhkan adalah panel surya tipe polycrystalline merek "GH SOLAR" berkapasitas 100 WP, baterai merek "ZEUS" dengan kapasitas baterai sebesar 20 Ah, inverter ac/dc merek "HANAYA" dengan kapasitas 1000 Watt, dan solar charge controller berkapasitas 30 A.
2. Berdasarkan hasil pengamatan sistem pompa air tenaga surya pada tanggal 15 Agustus 2021, daya yang dihasilkan oleh panel surya berbanding lurus dengan iradiasi atau intensitas cahaya matahari, dibuktikan dengan perolehan daya masuk terendah pada pukul 6 pagi yaitu sebesar 10,3 Watt dengan intensitas cahaya 15800 Lux, dan kondisi tertinggi ada pada pukul 11 siang yaitu sebesar 64,5 Watt dengan intensitas cahaya 97000 Lux. Sedangkan untuk daya output didapat rata-rata untuk daya output mekanik pompa sebesar 3,49 Watt dan rata-rata daya listrik pompa sebesar 153,8 Watt. Maka didapat nilai efisiensi rata-rata untuk daya output sebesar 13,04%.
3. Menurut sudut pandang ekonomi, pompa air bertenaga surya ini jauh lebih hemat dibanding pompa air bertenaga diesel karena tidak diperlukan biaya untuk membeli bahan bakar, untuk bahan bakar diesel/minyak bumi setidaknya petani harus mengeluarkan biaya hampir satu juta rupiah yaitu sebesar Rp. 556.200 - Rp. 826.200,- per masa tanam padi.
4. Jika dilihat dari seluruh hasil penelitian, penggunaan pompa air bertenaga surya ini sangat berpengaruh terhadap produktivitas pertanian padi/sawah. Penggunaan alat ini dipercaya mampu meningkatkan produktivitas pertanian padi, biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar pompa bisa digunakan untuk membeli bibit padi dengan kualitas yang lebih tinggi, atau juga bisa ditabung untuk membeli atau memperluas lahan pertanian sehingga produktivitas otomatis meningkat. Alat ini juga tidak menghasilkan gas buang yang dapat mencemari udara disekitar

lahan pertanian sehingga mempengaruhi produktivitas nya.

Saran

1. Dalam pemilihan pompa air, harus memperhatikan debit air yang dibutuhkan, perencanaan sistem pemipaan, kerugian-kerugiannya, sehingga dapat mengetahui head total pompa yang dibutuhkan.
2. Untuk pompa air listrik yang digunakan sebaiknya menggunakan pompa air listrik khusus untuk irigasi atau sawah. Dan untuk pemeliharaan pompa, apabila terjadi kerusakan dan harus dilakukan penggantian, maka pompa dapat diganti dengan pompa berspesifikasi 40 x 32 B₄ – 50 ,4.
3. Jika dilihat dari daya listrik pompa, daya yang digunakan rata-rata lebih besar dari daya yang masuk oleh panel surya, oleh karena itu sebaiknya dapat dilakukan penambahan jumlah panel surya setidaknya 3 buah atau lebih panel surya berkapasitas 100 WP, agar penggunaan alat ini lebih maksimal lagi dan tidak *bottleneck*. Dan juga dapat dilakukan penambahan jumlah baterai atau menggantinya dengan yang berkapasitas lebih besar dari 20 Ah.
4. Penelitian tugas akhir ini diharapkan bisa menjadi sumber rujukan atau referensi yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian selanjutnya, khususnya dibidang energi baru terbarukan, dan menjadi penelitian yang lebih teliti dan lebih baik dari yang saya lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hermanu, B., A., Chico, Endah, S., Teguh, & Anwar, Miftahul. *PROTOTYPE SISTEM POMPA AIR TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS HASIL PERTANIAN*. Jurnal ABDIMAS, Vol. 21, No. 2. Hal. 97-101. 2017.
- Rizcky, Muhammad. *PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN*. (2021). Retrieved from Universitas Padjajaran website:

<https://fh.unpad.ac>

[.id/pemanfaatan-energi-baru-terbarukan-ebt-tinjauan-penerapannya-dalam-asas-pengelolaan-dan-perlindungan-lingkungan-hidup/](https://fh.unpad.ac.id/pemanfaatan-energi-baru-terbarukan-ebt-tinjauan-penerapannya-dalam-asas-pengelolaan-dan-perlindungan-lingkungan-hidup/).

- Saputra, Rendy. *PERANCANGAN SISTEM PORTABLE SOLAR WATER PUMP PADA KEBUN BUAH DAN SAYUR*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 2016.
- Suryamin. *KONSEP DAN DEFINISI BAKU PERTANIAN 2012*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 2012.
- Subagyo, Kasdi. *PENGELOLAAN AIR PADA TANAH SAWAH*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 2019.
- Sularso, & Tahara, Haruo. *POMPA & KOMPRESOR PEMILIHAN, PEMAKAIAN DAN PEMELIHARAAN*. Jakarta : PT Pradnya Paramita. 1996.